



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

LUÍS ALBERTO BASÍLIO DE ARRUDA FILHO



Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

APLICATIVO PARA AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DA GASOMETRIA ARTERIAL



Departamento de
Engenharia Elétrica



CAMPINA GRANDE
2018

LUÍS ALBERTO BASÍLIO DE ARRUDA FILHO

**APLICATIVO PARA AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DA GASOMETRIA
ARTERIAL**

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal
de Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento da Informação

Professor: Edmar Candeia Gurjão, D.Sc.

Orientador

CAMPINA GRANDE

2018

LUIS ALBERTO BASILIO DE ARRUDA FILHO

**APLICATIVO PARA AUXILIO NO DIAGNÓSTICO DA GASOMETRIA
ARTERIAL**

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal
de Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em / /

Edmar Candeia Gurjão, D. Sc.
Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Leimar de Oliveira D. Sc.
Professor Convidado
Universidade Federal de Campina Grande
Convidado, UFCG

Dedico este trabalho à minha esposa, por sempre ter me dado apoio e suporte, e também à minha família por estar sempre ao meu lado, e me apoiar incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela oportunidade da vida e por me permitir concluir mais uma etapa tão árdua e me fortalecer para vencer as batalhas e dificuldades sobrepostas diante de mim. À Deus todo louvor, toda honra e toda glória.

Agradeço também a minha mãe, Maria Margarida a luz dos meus dias, e ao meu pai, Luís Alberto meu orgulho, por terem se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, e por fazerem de nossa família um ótimo ambiente, me ensinando os caminhos corretos a serem seguidos. Também agradeço ao meu irmão, Lucas Felipe, por estar sempre ao meu lado.

Agradeço também especialmente a minha esposa Rhayana Demétrio, por estar ao meu lado não só nos momentos de alegria, mas também naqueles em que nada parece ter sentido.

Agradeço também a minha tia Roseli por ser uma inspiração de pessoa de caráter e uma segunda mãe na qual eu sei que posso sempre contar. Agradeço também minha família completa por ser tão maravilhosa, presente e participativa em tudo que faço.

Agradeço também aos sempre presentes e melhores amigos, André, Joaquim, Valmir, Bruno, Elioenai, Rui, Rodrigo, Arthur, Klenio e Jefferson que me ajudaram na conclusão desse curso, e aos também melhores amigos Hermano e Renan, quem sempre estiveram me fortalecendo e me apoiando.

Agradeço ao Departamento de Engenharia Elétrica juntamente a Universidade Federal de Campina Grande por terem disponibilizado a estrutura e base para conclusão desse trabalho.

Agradeço ao professor, orientador e amigo Edmar Candeia pela paciência e dedicação em me ajudar sempre que foi necessário.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

*“Ter desafios é o que faz
a vida interessante e
superá-los é o que faz a
vida ter sentido.”*

Joshua J. Marine.

RESUMO

Este trabalho contempla o estudo e desenvolvimento de um aplicativo usado em sistemas Android, para auxiliar o diagnóstico de pacientes em unidades de terapia intensiva, funcionando como ferramenta rápida e de uso simples para uma definição dos possíveis distúrbios apresentados no exame de gasometria arterial. O desenvolvimento do aplicativo foi realizado na plataforma App Inventor do Instituto de Tecnologia de Massachusetts.

Palavras-chave: Aplicativos, App Inventor, Ambientes virtuais, Android, Tecnologia, Unidade de terapia intensiva.

ABSTRACT

This work contemplates the study and development of an application used in Android systems, to assisting the diagnosis of patients in intensive care units, functioning as a fast and easy to use toll for quick definition of possible disturbances presented in the arterial blood gas analysis. The development of the application was on the platform by the Massachusetts Institute of Technology.

Keywords: Applications, App Inventor, Vitual Environments, Android, Tecnology, Intensive care unit.

SUMÁRIO

1	Introdução	13
1.1	Objetivos	14
1.2	Organização do texto	15
2	Gasometria arterial.....	26
2.1	Transporte de gases pelo sangue.....	17
2.2	Estado ácido básico.....	18
2.3	Principais distúrbios na gasometria	19
2.4	Gasômetro	19
3	Proposta	23
3.1	App inventor	23
3.2	App inventor designer	24
3.3	App inventor blocks editor	28
4	Simulações e resultados	30
4.1	Resultados	30
5	Conclusão.....	35
	Bibliografía.....	36

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Unidade de terapia intensiva.....	23
Figura 2 – Aparelho gasometro	22
Figura 3 – Diagrama do aplicativo	24
Figura 4 – Tela de desenvolvimento da interface do aplicativo.....	25
Figura 5 – Inclusão de um botão e bloco de texto	26
Figura 6 – Botão e texto no blocks editor.....	26
Figura 7 – Interface do aplicativo.....	27
Figura 8 - Blocos do aplicativo.....	29
Figura 9 - Falta de campos preenchidos	31
Figura 10 - Normalidades entre os dados	31
Figura 11 - Acidose respiratória e metabólica	32
Figura 12 - Alcalose metabólica e respiratória	32
Figura 13 - Distúrbio mistos	33
Figura 14 - Erro induzido	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de normalidades dos gases	19
Tabela 2. Valores correspondentes a distúrbio no equilíbrio ácido básico	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ph	<i>Potencial hidrogeniônico</i>
PCO ₂	<i>Pressão parcial de gás carbônico</i>
HCO ₃	<i>Bicarbonato</i>
UTI	<i>Unidade de terapia intensiva</i>
App	<i>Aplicativo</i>
AMIB	<i>Associação de medicina intensiva brasileira</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
mmHg	<i>Milímetros de Mercúrio</i>
mEq/L	<i>Miliequivalentes por Litro</i>

1 INTRODUÇÃO

As Unidade de Terapia Intensiva (UTIs) são áreas hospitalares designados ao tratamento de pacientes graves e/ou considerados de alto risco, que demandam assistência rápida, permanente e eficiente através de recursos materiais, equipamentos e equipe qualificada 24 horas por dia, para a sua devida monitorização e tratamento, em virtude de suas limitações clínicas.

Figura 01: Unidade de terapia intensiva

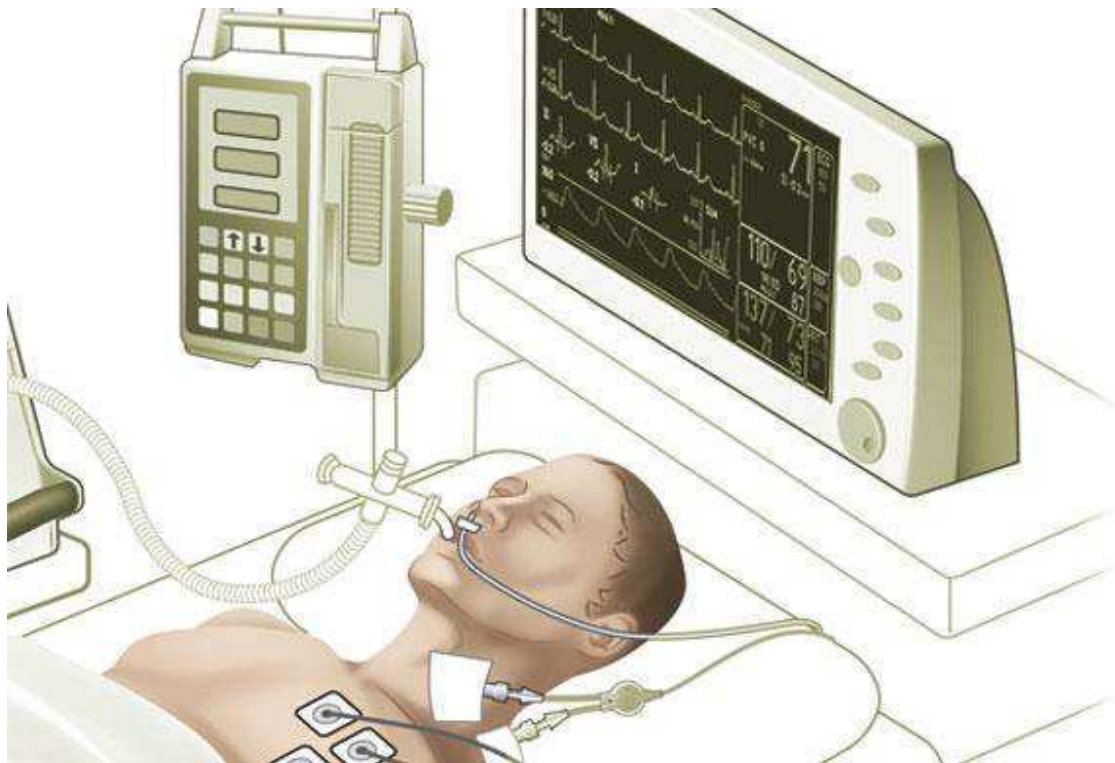


Foto: Shutterstock Publicado em 2013 na revista viva saúde.

As Unidades de Terapia Intensiva são apontadas como áreas de extrema importância por possibilitar suporte especializado de assistência à saúde, dispondo de medicamentos, recursos tecnológicos, condutas assistenciais e terapêuticos de ponta. Estas unidades têm de possuir espaços apropriados e suportes tecnológicos avançados para procedimentos difíceis de serem executados em outras áreas hospitalares, como: monitores cardíacos, bombas digestivas, ventiladores mecânicos, bloqueadores neuromusculares e fármacos vasopressores, entre outros.

Com o passar dos anos os métodos adotados na UTI e os aparelhos se desenvolveram acompanhando a tecnologia. Hoje os aparelhos são complexos e exigem dos usuários a capacitação e conhecimento aplicado para o manuseio. O estudo para aperfeiçoamento da UTI passa por muitos profissionais, entre eles o engenheiro eletricista, com o projeto de novos software e hardware, entre os software estão os aplicativos próprios para os celulares e tablets.

O projeto de aplicativos para Unidade de Terapia Intensiva tem como finalidade auxiliar no diagnóstico de pacientes que precisam de tratamento específico, tratamento este que é determinado por profissionais atuantes neste setor, de acordo com a área de atuação; com o intuito de dar maior acessibilidade e praticidade aos serviços via dispositivo móvel.

O principal foco do estudo é à gasometria arterial, um exame de rotina no qual o sangue arterial do paciente é coletado e posteriormente levado a um aparelho chamado gasômetro que fornece como resultado os dados do pH sanguíneo, oxigênio, gás carbônico, bicarbonato de sódio, saturação de oxigênio e bases excess no sangue arterial, e outros dados ao especialista responsável, podendo ser um médico ou um fisioterapeuta. O resultado da gasometria indica se os pulmões do paciente estão realizando bem as trocas de oxigênio por dióxido de carbono nos seus alvéolos, bem como se existe alguma alteração em nível metabólico, visto que um sistema interfere diretamente no outro.

Com os dados é possível determinar se o paciente possui distúrbios no equilíbrio acidobásico a nível respiratório, metabólico ou em ambos os sistemas e por fim auxiliar na conduta terapêutica específica para o quadro clínico que o paciente apresenta. A fim de melhorar e auxiliar o diagnóstico feito pelos profissionais da saúde na UTI este trabalho será elaborar um aplicativo implementado para Android de uso fácil, que seja gratuito, tentando afilar as áreas da saúde e engenharia em função de melhoras importantes na tecnologia.

1.1 OBJETIVOS

Desenvolver um aplicativo em plataforma para Android, usando o MIT App Inventor para auxiliar o diagnóstico obtido através de dados gasométricos, e assim tornar a decisão de médicos e fisioterapeutas mais rápida e visual.

Com o objetivo específico, podem-se destacar os seguintes tópicos:

- Estudo da gasometria;
- Estudo da plataforma App Inventor;
- Construção do aplicativo;
- Avaliação dos resultados.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho encontra-se dividido em seis Capítulos:

No Capítulo 1 é apresentado toda a introdução, objetivos e estrutura do trabalho;

No segundo Capítulo é explicado o que é a gasometria e suas características, definições e função;

No Capítulo 3 será apresentada a plataforma de construção e desenvolvimento do aplicativo, explicando como é articulada e como é utilizada;

No Capítulo 4 é exposto o aplicativo em si, e descrito como e porque foi elaborado dessa forma;

O Capítulo 5 tem como objetivo mostrar os resultados advindos dos mais diversos possíveis casos de pacientes;

Por fim no Capítulo 6 é apresentada a conclusão do trabalho.

2 GASOMETRIA ARTERIAL

A gasometria arterial é um exame realizado frequentemente em pacientes admitidos nas UTIs, apropriado para analisar os gases presentes nos fluidos sanguíneos e indicar ou não a presença do distúrbio do equilíbrio ácido-base, o exame nos fornece dados que ao serem corretamente interpretados nos permite avaliar se as trocas gasosas estão ocorrendo de forma adequada ou não, portanto, com os resultados é possível detectar não apenas se é necessário uso de determinados medicamentos, alterações nos ajustes e parâmetros ventilatórios, oxigênio extra e outros, como também, se a terapêutica empregada está sendo eficiente para a melhora do quadro clínico destes pacientes.

Tendo a gasometria o objetivo de quantificar os valores dos gases, como: pH sanguíneo, da pressão parcial de gás carbônico (PaCO_2), do íon bicarbonato (HCO_3), entre outros. É possível avaliar a evolução de doenças respiratórias e de outros quadros clínicos que acometem os pulmões.

Nesta acepção, vale salientar que, trata-se de um procedimento invasivo, realizado por meio de uma punção arterial. A coleta do sangue destinado ao exame é feita por meio da punção arterial através das artérias radiais ou braquiais no membro superior do paciente, ou do membro inferior através da artéria femoral.

Contudo antes da realização do exame se deve averiguar se a artéria pode ser usada sem que o paciente corra riscos, para isso existe um exame chamado de teste de Allen. Após o exame é possível saber se a punção poderá ocorrer, o sangue é retirado por profissional competente, sendo ele um médico ou um enfermeiro, por fim levado a um equipamento chamado de gasômetro onde o sangue é analisado e então informado os níveis de gases encontrados no mesmo.

2.1 TRANSPORTE DE GASES PELO SANGUE

O transporte dos gases respiratórios (oxigênio e dióxido de carbono) é feito através do sangue. O oxigênio pode ser transportado de duas formas, dissolvido em meio ao sangue ou combinado com a hemoglobina. O oxigênio dissolvido no sangue segue uma lei chamada de Lei de Henry, essa lei dita que a mistura dissolvida deve ser proporcional à pressão parcial do paciente, para cada milímetro de mercúrio (mmHg) existirá 0,003 mililitros de oxigênio por décimo de litro (0,003 mL de Oxigênio/dL de sangue). Tendo em vista que transportar essa quantidade apenas de oxigênio não seria suficiente, logo percebe-se que essa forma de transporte sozinha não é adequada.

Imagina-se um déficit cardíaco no momento em que uma pessoa faz um exercício intenso sendo um fluxo de 30 litros por minuto, contudo o sangue só transporta uma quantidade de 3ml de oxigênio por litro de sangue, a quantidade de oxigênio chegando aos tecidos do corpo no instante em que a pessoa está com uma intensa necessidade é de apenas $3 \times 30 = 90$ mL/min. O ideal para tecidos do corpo humano é que precisa-se de cerca de 3.000 mL de oxigênio por minuto, deixando claro que por meio de transporte pelo sangue não é suficiente.

Então a solução que faz com que uma pessoa possa executar suas tarefas é o transporte de oxigênio através da hemoglobina. A hemoglobina é uma proteína presente nas hemácias do sangue, elas são sintetizadas durante a produção das hemácias na medula óssea, têm a capacidade de se unir as moléculas do gás oxigênio e dessa forma transportá-las e suprir os tecidos do corpo, nos pulmões cada molécula de hemoglobina é capaz de se associar a quatro moléculas de oxigênio passando a se chamar de oxiemoglobina.

Cada hemácia possui um número de cerca de 250 milhões de moléculas de hemoglobina, o que faz com que cada hemácia pode carregar 1 bilhão de moléculas de oxigênio. Assim que as hemácias chegam nos tecidos que precisam de oxigênio a baixa concentração de oxigênio neles faz com que essa diferença de concentração e instabilidade provoque a dissociação da oxiemoglobina e permitindo o uso do oxigênio pelo tecido. Para se mensurar a eficiência desse tipo de transporte do gás oxigênio, temos para cada décimo de litro do sangue incríveis 20,8 mililitros de oxigênio. A hemoglobina é que ela é a responsável pela coloração vermelha do sangue. Ao ser usado nas células dos tecidos o oxigênio agora passa a ser gás carbônico (CO₂), o gás carbônico reage com a água no interior das hemácias.

Essa reação é o que dá origem ao bicarbonato (HCO_3^-), eles saem das hemácias e vão pelo plasma sanguíneo.

2.2 ESTADO ÁCIDO-BÁSICO

Em virtude do transporte de gases pelo sangue, seu estado e classificação mudam de acordo com a sua mistura. O transporte de (CO_2) tem uma grande importância na classificação, entende-se disso iremos entender como se classifica o sangue em seus estados comuns. Através do transporte dos gases pelo sangue o corpo também é influenciado podendo se apresentar mais ácido ou básico, por dia o pulmão humano excreta mais de 10.000 mEq de ácido carbônico, comparando com os ácidos excretados pelo rim que são apenas 100 mEq por dia temos a grande diferença, e a importância do controle sobre o (CO_2) e assim mantendo o equilíbrio acidobásico.

Como o sistema funciona todo em sincronia, uma variação em relações primordiais reflete consequências ao longo de todo o corpo. Com os íons de hidrogênio, não é diferente, eles têm um papel fundamental, sendo assim para avaliar suas concentrações analisamos o pH do sangue. O pH tem valores entre 0 e 14, e dependendo do seu valor pode-se classificar a solução como ácida ou básica. Para soluções com pH entre 0 e 7,34 classificamos como soluções acidose, os demais valores nos trazem soluções alcalinas. Ainda sobre a classificação do sangue arterial tem-se que os valores de pH são inversamente relacionados com os íons de hidrogênio, o valor ideal para o sangue arterial é de 7,40.

Ao se obter os dados do pH, da tensão parcial de dióxido de carbono (PCO_2) e o teor de bicarbonato (HCO_3) é possível determinar o estado ácido-básico do sangue arterial. O principal fator determinante para a avaliação é o pH, ele define se existe a alcalose ou a acidose, tendo como valores de normalidade 7,35 a 7,45, se o pH for menos que 7,35 o sangue está ácido, em contrapartida o oposto se aplica ao estado alcaloso. O ponto crítico de valor do pH é de 6,8, nesse caso o paciente só sobrevive algumas horas, já o seu limite máximo é de 8,0. O outro fator muito importante para o diagnóstico do paciente é a tensão parcial de CO_2 no sangue (PCO_2) essa pressão diz o que é preciso saber sobre o comportamento respiratório, se existir algum distúrbio esse será o dado que nos fornecerá a informação, normalmente a PaCO_2 é de 35 a 45 milímetros de mercúrio (mmHg).

2.3 PRINCIPAIS DISTÚRBIOS NA GASOMETRIA

Com a necessidade de se classificar os dados gasométricos, tomaremos como padrão alguns intervalos de valores desses componentes, e assim posteriormente determinaremos o que significa valores fora desse intervalo de normalidade.

Tabela 1: Valores de normalidade dos gases.

PH	7,35	7,45
PCO ₂	35 mmHg	45 mmHg
HCO ₃	22 mEq/L	26 mEq/L

Fonte: Próprio autor.

Para a gasometria arterial usa-se três desses dados para interpretação e definição do diagnóstico, que são o pH sanguíneo, a pressão do gás carbônico e o bicarbonato, os demais dados não terão influência para este estudo.

A classificação do pH além de apresentar uma faixa na qual ele estará normalizado possui também uma classificação para valores menores que 7,35 e uma para valores maiores que 7,45. Se o valor do pH for menos que 7,35 o pH é classificado como ácido, e se esse valor for maior que 7,45 ele será classificado como básico ou alcaloso.

Da mesma forma o bicarbonato que apresentar um valor menor que 22 mEq/L será classificado como acidose e para valor maior que 26 mEq/L será classificado como alcaloso.

A da pressão parcial de dióxido de carbono (PCO₂) será classificada como uma acidose se seu valor for maior que 45 mmHg e apresenta uma alcalose se for menos que 35 mmHg.

Tabela 2: Valores correspondentes às alterações do equilíbrio acidobásico.

ACIDOSE	ALCALOSE
PH < 7,35	PH > 7,45
PCO ₂ > 45 mmHg	PaCO ₂ < 35 mmHg
HCO ₃ < 22 mEq/L	HCO ₃ > 26 mEq/L

Fonte: Próprio autor.

Além de saber se o sangue encontra-se alcaloso ou ácido a partir do pH sanguíneo, ainda existe as classificações obtidas a partir do HCO₃ e da PCO₂, essa classificação obtida em função da relação, e pode ser função do aumento ou diminuição, entre o HCO₃ e a PCO₂. Essas relações representam cinco distúrbios ácido-básico:

1. Acidose respiratória;
2. Alcalose respiratória;
3. Acidose metabólica;
4. Alcalose metabólica;
5. Distúrbio misto.

A acidose respiratória faz a pressão de o gás carbônico aumentar, e como o pH é diretamente proporcional a relação entre o bicarbonato e a pressão do gás carbônico, se a PCO₂ for maior, o pH conseqüentemente irá diminuir.

Na alcalose respiratória o que ocorre é uma queda na PCO₂, isso por conta da ventilação excessiva dos pulmões e como já observamos o pH terá um comportamento inverso ao da acidose respiratória, assim o pH será maior que o normal.

A acidose metabólica tem relação como seu nome já nos apresenta com o excesso de gás carbônico no sangue, outra relação apresentada pela acidose metabólica é que ela também associa a outros tipos de acidose. Nesse tipo de acidose o pH diminui, isso porque a proporção entre o bicarbonato e a pressão de gás carbônico no sangue diminuem.

O que ocorre na alcalose metabólica tem relação com o aumento da relação entre o bicarbonato e a pressão do gás carbônico nos fluidos sanguíneos, levando a um aumento no potencial hidrogênio iônico.

Outro distúrbio também apresentado é o distúrbio misto, nesse caso o que acontece é que ao perceber que o corpo apresenta um distúrbio o organismo ou os procedimentos aplicados ao paciente fazem com que outro distúrbio seja apresentado em tentativa de correção do distúrbio primário. Então dois distúrbios serão interpretados a partir dos dados gasométricos.

O organismo é um sistema complexo e muito eficiente, em condições normais qualquer variação sentida de um distúrbio faz com que haja uma tentativa de correção do distúrbio, no qual chamamos de compensação, porém nem sempre essa compensação é bem-sucedida, é nesse caso que será necessário intervenção por meio ventiladores mecânicos, medicamentos, oxigênio extra e outros meios terapêuticos.

Logo uma boa classificação a se determinar será saber se o organismo está compensando completamente, parcialmente ou não está compensando o distúrbio.

2.4 GASÔMETRO

O Gasômetro, é um equipamento analisador de gases sanguíneos, ao mesmo tempo é um suporte essencial para pacientes internados em UTI. Totalmente automatizado, um gasômetro utiliza quantidades extremamente pequenas de sangue arterial ou venoso o que é necessário para que o paciente possa ter seu sangue coletado para dados diariamente sem que seja retirado uma quantidade menor possível e que sejam diminuídos os efeitos dessa retirada de fluido sanguíneo. Logo com a aferição dos índices do paciente, diversos parâmetros são obtidos, como por exemplo, podemos citar: o pH sanguíneo, a pressão parcial de oxigênio e gás carbono, além de também analisar os eletrólitos na mesma amostra obtida.

Apesar da importância de o gasômetro estar bem definida, é bom entender que sem o gasômetro e seu exame consequente gasométrico, seria complicado classificar o paciente de acordo com a sua gravidade, como estaria seu quadro, o tratamento ideal, e consequentemente aumentando ainda mais seus dias de internação na UTI, podendo agravar mais ainda seu quadro clínico.

FIGURA 02: APARELHO GASÔMETRO



Fonte: Próprio Autor

3 PROPOSTA

3.1 APP INVENTOR

O App Inventor é uma plataforma administrada e criada pelo MIT Labs, do Massachusetts Institute of Technology, nos Estados Unidos de América, o site da plataforma fornece a possibilidade de programar e criar aplicativos usando um específico código baseado em blocos. Desenvolvido e projetado para ser uma forma prazerosa de se desenvolver um aplicativo, o App Inventor se destaca e estabelece conceitos motivadores e intuitivos.

Os algoritmos desenvolvidos na plataforma serão usados nos dispositivos móveis e podem ser testados em tempo real, sendo possível testar usando emulador ou até mesmo usando o código QR (sigla do inglês Quick Response, resposta rápida em português), o código bidimensional permite que usando a câmera do celular um atalho para executar o download do aplicativo através da loja virtual adequada ao dispositivo.

Ao programar usando o APP INVENTOR, o usuário deve ter conhecimento dos dois principais recursos da plataforma, o App Inventor Designer e o App Inventor Blocks Editor. O App Inventor Designer é responsável pela elaboração da estrutura do aplicativo desde a tela, botões, entre outros chegando a possuir funções de acesso para os acessórios dos dispositivos, essa janela é executada no browser para construir a interface do aplicativo. Em paralelo com a tela de Designer o App Inventor Blocks Editor, como o nome já adianta, temos a estrutura que permite ao programador arrastar blocos com funções que são escolhidas dentre uma lista entregue pelo App Inventor, com esses blocos o programador elabora a lógica e solução do seu programa.

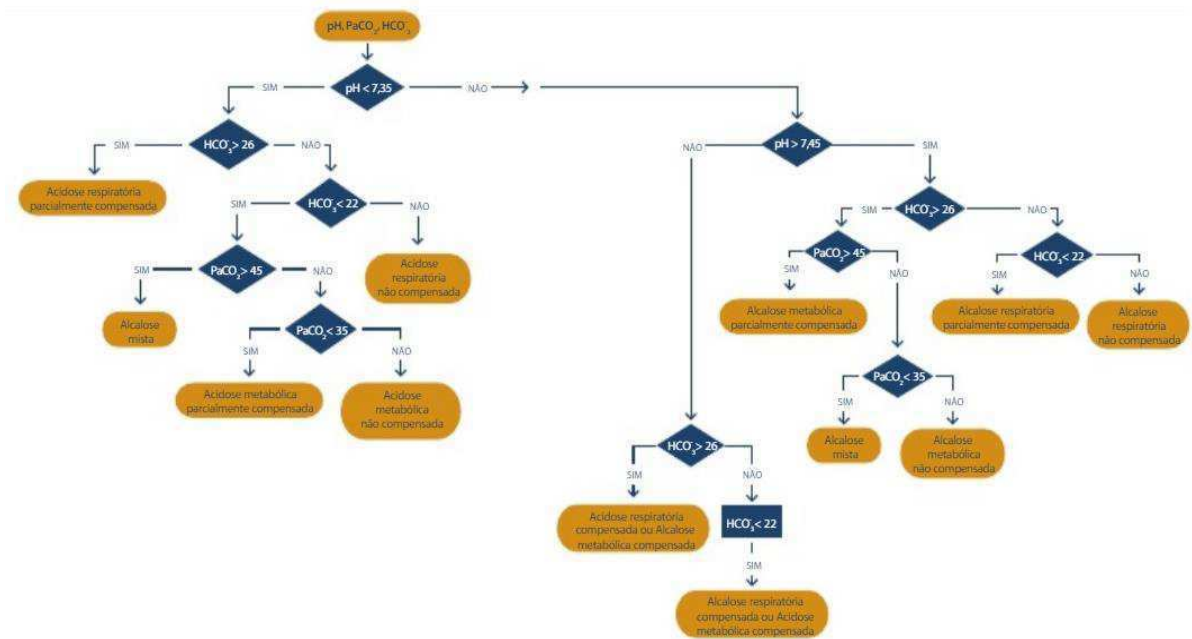
O App Inventor ainda dispõe de um site com vários tutoriais, com complexidade mais simples, embora explorem a metodologia e a funcionalidade de criar um aplicativo, ainda no site encontrasse várias informações sobre o projeto App Inventor. É no site que o programador guarda seus projetos através de um vínculo a uma conta no Google, com a possibilidade de trabalhar em vários projetos ao mesmo tempo.

O aplicativo tem função de auxiliar os profissionais da área, tendo em vista que não é possível dar diagnósticos preciso, contendo os vários tipos de distúrbios da gasometria, e ainda com as classificações dos parâmetros da pressão do gás carbônico, do bicarbonato e do potencial hidrogênio iônico, que são os principais dados fornecidos pela gasometria.

Além disso, o aplicativo tem como propostas de desenvolvimento a implantação de outros exames aplicados na área como a qual a pressão do oxigênio ideal, peso predito e volume, escala de Glasgow, rotação ideal do ventilador, entre outros fatores importantes e possíveis de serem implementados ao aplicativo futuramente.

A partir de todas as informações e classificações até aqui discutidas foi traçado um diagrama completo para elaboração do aplicativo, o diagrama a seguir contém todas essas informações.

FIGURA 03: DIAGRAMA DO APLICATIVO

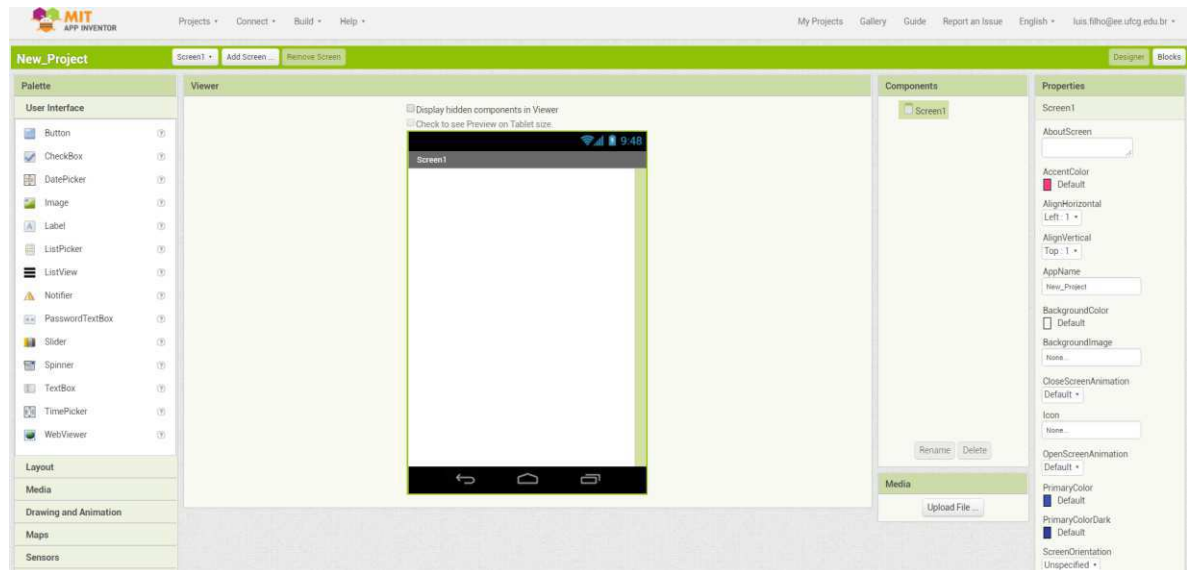


Fonte: Próprio Autor

3.2 APP INVENTOR DESIGNER

O designer do aplicativo foi elaborado a partir de App Inventor Designer, nessa etapa de desenvolvimento o aplicativo tem seu início de desenvolvimento, é a partir dos elementos na tela que se criam eventos que vão posteriormente definir tudo que o aplicativo é capaz de fazer.

FIGURA 04: TELA DE DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE DO APLICATIVO

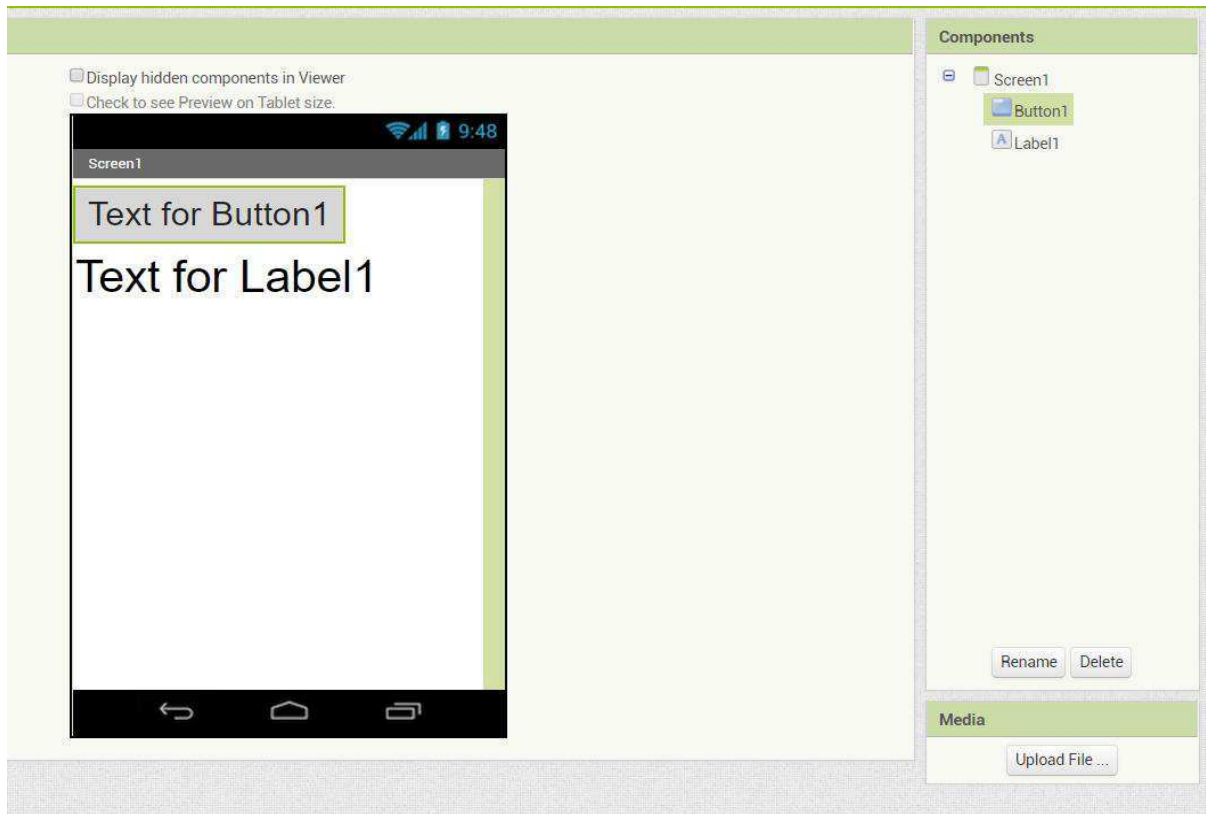


Fonte: Próprio Autor

Como é possível notar na figura acima a plataforma possibilita arrastar vários componentes para a tela artificial no centro da figura, ao arrastar esses componentes instantaneamente é criado uma gama de opções de funções vinculadas ao objeto arrastado na área de “programação”.

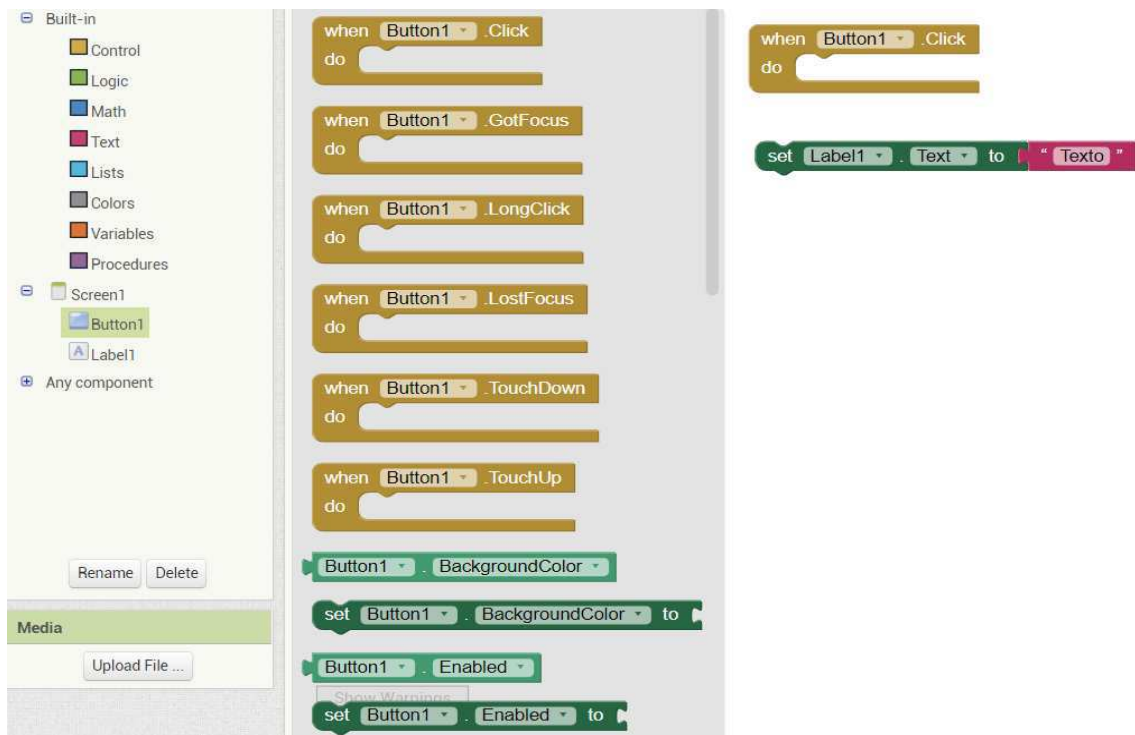
Na figura 05 é possível notar como um botão e um bloco para texto podem ser incluídos a um aplicativo, e assim como o botão e a caixa de texto criada surge como possíveis eventos no blocks editor. E a partir desses eventos desenvolverem o que for necessário para a lógica adequada ao seu projeto.

FIGURA 05: INCLUSÃO DE UM BOTÃO E BLOCO DE TEXTO



Fonte: Próprio Autor

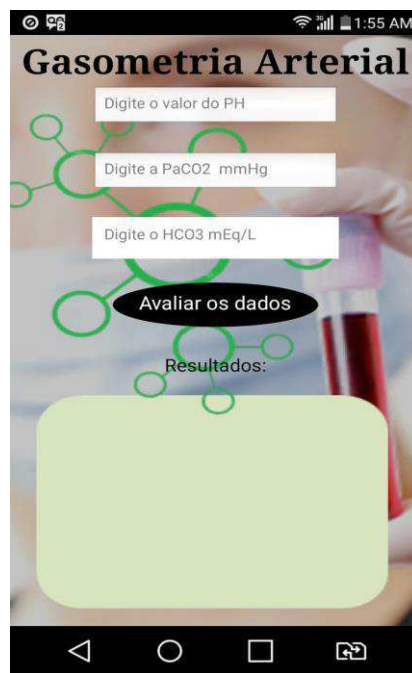
FIGURA 06: BOTÃO E TEXTO NO BLOCKS EDITOR



Fonte: Próprio Autor

Portando, após entender como é feito o designer do aplicativo alguns testes foram aplicados, chegando a um resultado mais estratégico. O aplicativo devia apresentar uma imagem que ao se tratar de um ambiente delicado não tivesse linhas brutas ou cansativas, e cores que estivessem vinculadas as áreas conjuntas de engenharia elétrica, medicina, fisioterapia e enfermagem. Por fim é apresentado na figura 08 a interface do aplicativo.

FIGURA 07: INTERFACE DO APLICATIVO



Fonte: Próprio Autor

Essa interface possibilita de forma rápida a interpretação dos resultados provenientes do exame de gasometria arterial, para o auxílio do diagnóstico de possíveis distúrbios ácido básico no sangue, facilitando assim, a conduta a ser empregada.

3.3 APP INVENTOR BLOCKS EDITOR

Como exposto anteriormente, todos itens implantado na interface do aplicativo abre uma lista com varias possiveis funções atribuidas aos itens da tela, e com essas listas juntamente com as próximas funções da plataforma se da a “programação ” do aplicativo.

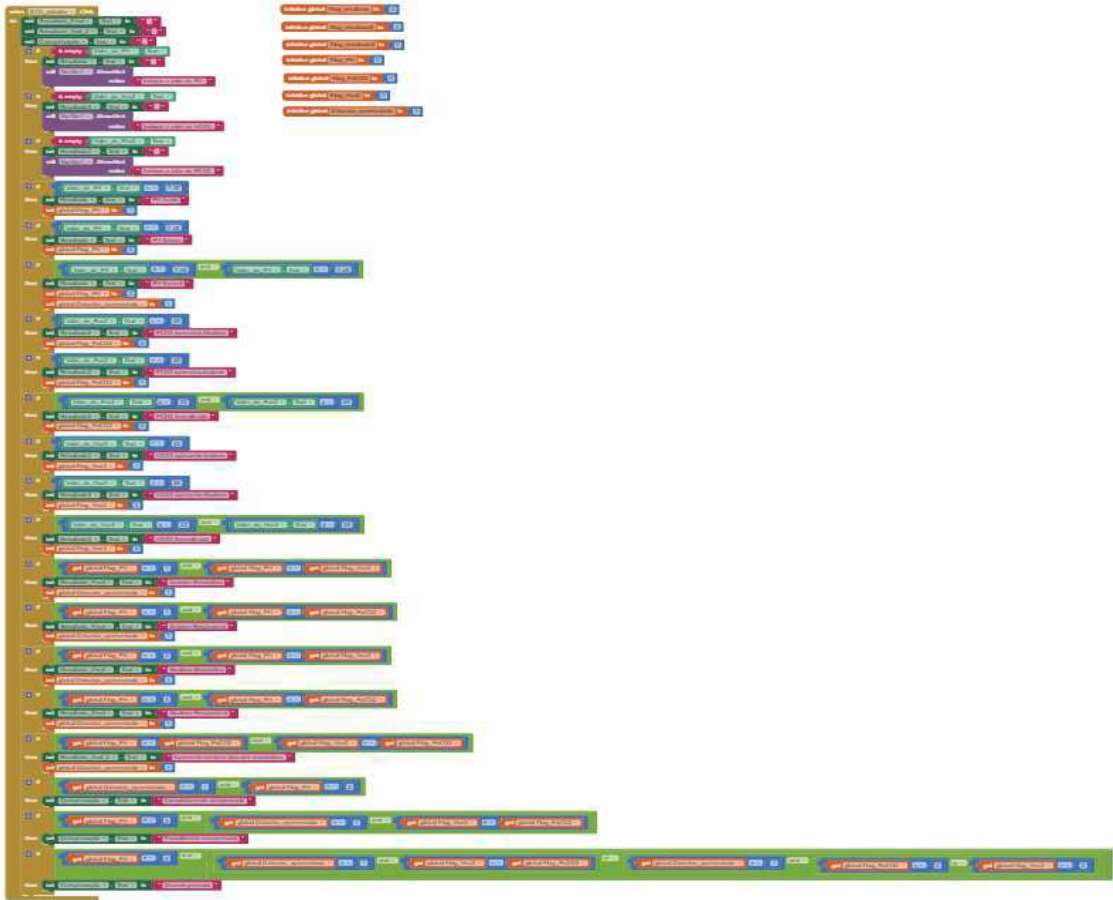
As instruções aplicadas pelo Blocks Editor também têm a capacidade de interagir com o telefone celular (vibração, som, acelerômetro, câmera, entre outros), baseado nas configurações determinadas pelo designer, em sua ideia fundamental o App Inventor trabalha em função de eventos, sempre que um evento específico ocorrer as funções estabelecidas pelo blocks editor irá definir o que ocorrerá com o aplicativo. Ao decorrer da programação o usuário pode usar emulador ou baixar o programa no dispositivo móvel e testar em tempo real o que está programando e ter um feedback instantâneo, e assim melhorar a experiência com o App Inventor.

A plataforma dispõe de muitas funções desde as mais simples como matemática, logica, texto, e chegando a funções bem mais complexas como as de conectividade do dispositivo móvel, bancos de dados acessíveis através do aplicativo e sensores atribuídos ao próprio dispositivo.

O app inventor blocks editor tem uma ideia muito auto didática de se elaborar a construção da lógica dos aplicativos, embora não possua uma rede de informações mais bem elaboradas para projetos mais complexos onde são necessários elementos não tão comuns como as lógicas principais.

Ao selecionar uma das funções que serão usadas o usuário simplesmente pode arrastar esses blocos para uma área onde se conecta o bloco com outros como um quebra cabeças e dessa forma se faz todos os tipos de procedimentos. Na figura 08 é mostrado como o aplicativo foi elaborado no blocks editor.

FIGURA 08: BLOCOS DO APLICATIVO



Fonte: Próprio Autor

4 SIMULAÇÕES E RESULTADOS

Para se simular e testar as mudanças do projeto aplicativo, a plataforma disponibiliza três possíveis formas de conexão, a primeira delas é usando um simulador onde o usuário faz o download do software e as mudanças são instantâneas na tela do simulador, a segunda e terceira forma de simular é usando diretamente o dispositivo móvel, através de um cabo via USB ou usando um aplicativo chamado de MIT AI2 Companion, o aplicativo permite usar a câmera do seu dispositivo para scanear um código QR e assim usar o aplicativo em tempo real no celular ou tablet conectado. Dessa forma foram simulados e apresentados os próximos resultados.

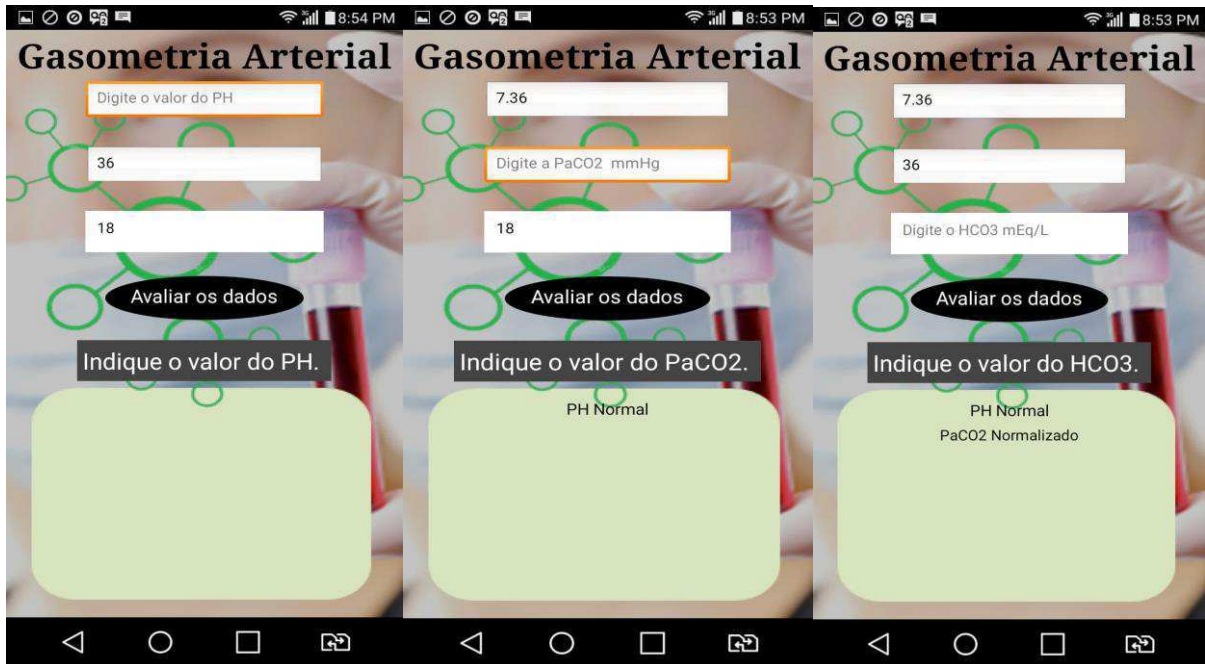
4.1 RESULTADOS

Após as simulações serem realizadas e todas as possíveis melhorias serem atribuídas ao aplicativo, enfim tivemos os resultados esperados na tela do dispositivo.

Os resultados a seguir mostram desde o comportamento do aplicativo sem um dado preenchido nos campos necessários, até os diagnósticos mais complexos, como o caso de distúrbios mistos com compensação.

As próximas figuras mostram o que acontece caso o usuário simplesmente não coloque os valores em algum dos campos, para estes tipos de casos uma advertência foi atribuída, informando a necessidade de valores ainda não aplicados.

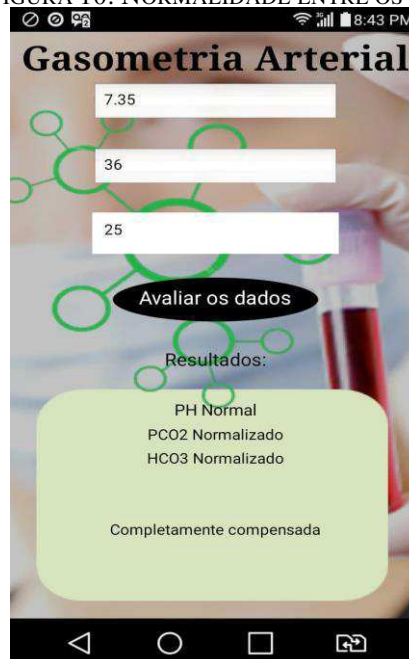
FIGURA 09: FALTA DE CAMPOS PREENCHIDOS



Fonte: Próprio Autor

Um caso muito desejado e nem sempre possível é que os parâmetros estivessem todos na normalidade, apesar de geralmente apresentar um distúrbio, tendo em mente que o exame só é solicitado em casos especiais e mais graves, ainda é possível acontecer a normalidade total e compensação natural, a próxima figura mostra um caso como este tratado.

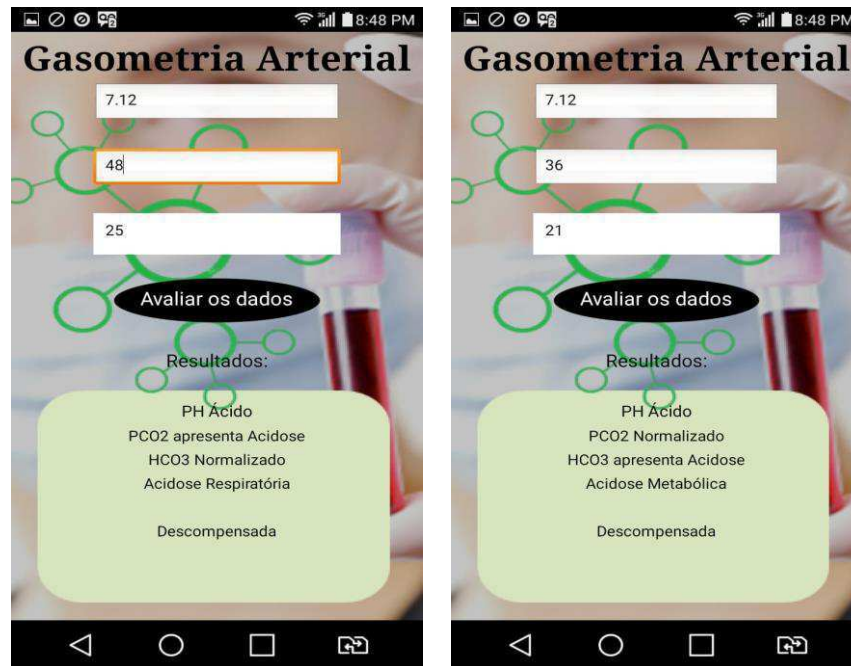
FIGURA 10: NORMALIDADE ENTRE OS DADOS



Fonte: Próprio Autor

Os próximos resultados se tratam de distúrbios variados, expressos através dos intervalos até aqui tratados como fora do intervalo de normalidade, logo existem vários possíveis resultados, entre eles a acidose metabólica ou respiratória, a alcalose metabólica ou respiratória.

FIGURA 11: ACIDOSE RESPIRATÓRIA E METABÓLICA



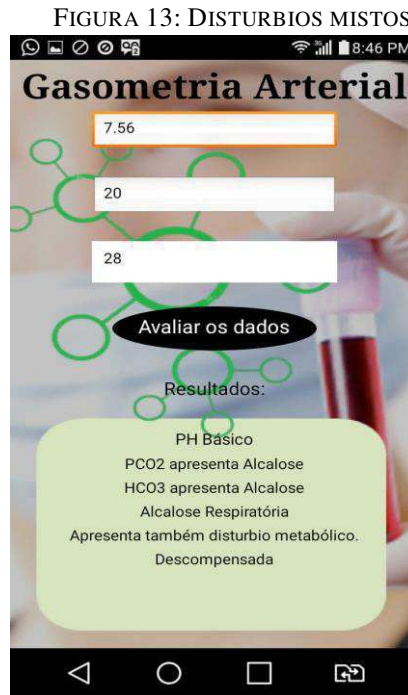
Fonte: Próprio Autor

FIGURA 12: ALCALOSE METABÓLICA E RESPIRATÓRIA



Fonte: Próprio Autor

Outros resultados apresentados e um pouco mais complexos, se referem ao distúrbio misto, onde além de um distúrbio primário referido a respiração existe um secundário referente ao metabolismo.



Fonte: Próprio Autor

Além de todos esses tipos de resultados ainda é possível ocorrerem erros induzidos nos resultados, isso ocorre quando existe um distúrbio e os dados do bicarbonato e da pressão do gás carbônico estão normais, o que mostra um caso impossível de acontecer em um paciente, já que vimos que os distúrbios de acidose ou alcalose são frutos de variações nos parâmetros do bicarbonato e da pressão do gás carbônico, a próxima figura mostra um exemplo desse tipo. O aplicativo aceita os valores, mostra o que está fora ou dentro dos padrões, mas a indução do “erro” não apresentará um distúrbio como diagnóstico.

FIGURA 14: ERRO INDUZIDO

The screenshot shows a mobile application interface for arterial gasometry. At the top, the title "Gasometria Arterial" is displayed. Below the title, there are three input fields containing the values 7.55, 36, and 25. The value 7.55 is highlighted with an orange border, indicating an induced error. Below the input fields is a button labeled "Avaliar os dados". Underneath the button, the text "Resultados:" is followed by a list of parameters: "PH Básico", "PCO2 Normalizado", and "HCO3 Normalizado". Below this list, the text "Descompensada" is displayed. The background of the application features a molecular structure graphic and a hand holding a test tube.

7.55

36

25

Avaliar os dados

Resultados:

PH Básico
PCO2 Normalizado
HCO3 Normalizado

Descompensada

Fonte: Próprio Autor

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do aplicativo deixa como lição a necessidade de se desenvolver mais, pois tem-se em mãos muitas ferramentas que podem facilitar essa tarefa, e obter produtos que podem até mesmo salvar vidas através da tecnologia, principalmente com a base que o curso de graduação de engenharia elétrica de Campina Grande fornece. A segunda é o quanto melhorou a forma e se desenvolver softwares desse tipo, a plataforma no trabalho apresentado é excepcional.

A funcionalidade do aplicativo foi testada por profissionais da saúde e classificado como um bom aplicativo, e cumpre bem seu objetivo. Apesar disso, são projetadas as propostas de melhorias e construção de outras funcionalidades vinculadas a unidade de terapia intensiva, que são muitas, além disso possíveis evoluções como a adaptação do aplicativo para receber dados sem que o usuário precise digitar os valores também é possível.

Ainda é possível atribuir valores diferentes da realidade no aplicativo, algo que é corrigido simplesmente ao não apresentar um distúrbio, mesmo que o parâmetro do potencial hidrogênio iônico apresente variação. Portanto o aplicativo se comporta muito bem para todos os tipos de entrada de dados. Valendo lembrar ainda que é responsabilidade da Unidade de Terapia Intensiva ter o aparelho gasômetro regulado e apresentando corretamente seus resultados.

A evolução desses tipos de softwares deve continuar com uma taxa elevada por muito tempo, a acessibilidade e incentivos são naturais e resultam em aplicativos cada vez mais eficientes e criativos, e quem ganha com tudo isso é a sociedade, principalmente agora que não basta ser atrativo, mas também dever ser funcional.

BIBLIOGRAFIA

Amabis, J. M. & Martho, G. R. 2006. **Fundamentos da biologia moderna**: Volume único. 4ª Ed. Editora Moderna: São Paulo.

Arthur C.; HALL Jhon E. **Fisiologia humana e mecanismos das doenças**; Sexta Edição; RJ, Ed. Guanabara Koogan, 1998.

WEST John B. **Fisiologia respiratória**; Sexta Edição; SP, Ed. Manole, 2002.

John B. West, Artmed 2013. **Fisiologia respiratória princípios básicos**: Volume Único. 9ª Edição.

Medicina Intensiva -Ferrari D.Link<<http://www.medicinaintensiva.com.br/history.htm>> Acesso maio 2018

Neumol Cir Torax. Vol 76 – num1:44-50: <http://www.scielo.org.mx/pdf/nct/v76n1/0028-3746-nct-76-01-00044.pdf> Acesso maio de 2018.

Rev Bras Ter Intensiva. 2012; 24(2) :162-166

Tutorials for MIT App Inventor Link:<<http://appinventor.mit.edu/explore/ai2/tutorials.html>> acesso maio 2018.

<http://www.scielo.br/pdf/rbti/v24n2/11.pdf> Acesso maio de 2018

<http://www.amib.org.br/noticia/nid/florence-nightingale-e-a-historia-da-medicina-intensiva/>. Acesso maio de 2018

<http://www.acel.org.br/> Acesso junho de 2018

<http://www.minhavidacom.br/saude/tudo-sobre/17281-gasometria-arterial> Acesso maio de 2018